

**ANALISA PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA GARDU
INDUK KONSUMEN TEGANGAN TINGGI DI GARDU INDUK REMBANG**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Oleh:

OKTAVIAWAN DANAR WIBOWO

D 400 130 085

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA GARDU
INDUK KONSUMEN TEGANGAN TINGGI DI GARDU INDUK
REMBANG**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

OKTAVIAWAN DANAR WIBOWO

D 400 130 085

Telah diperiksa dan disetujui untuk tugas akhir oleh:

Dosen Pembimbing



AGUS SUPARDI, S.T, M.T

NIK.883

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA GARDU
INDUK KONSUMEN TEGANGAN TINGGI DI GARDU INDUK
REMBANG**

OLEH

OKTAVIAWAN DANAR WIBOWO

D 400 130 085

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin 24 Juli 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:


- 1. Agus Supardi, ST. MT
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Ir. Jatmiko, MT
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Aris Budiman, ST. MT
(Anggota II Dewan Penguji)**

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunariono, M.T, Ph. D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta 24 Juli 2017

Penulis



OKTAVIAWAN DANAR WIBOWO
D400 130 085

ANALISA PROTEKSI OVER CURRENT RELAY PADA GARDU INDUK KONSUMEN TEGANGAN TINGGI DI GARDU INDUK REMBANG

Abstrak

Sistem ketenagalistrikan terdapat berbagai jenis gangguan baik gangguan sementara maupun permanen yang dapat mengakibatkan terputusnya pasokan daya listrik ke beban. Untuk mengatasi gangguan tersebut digunakan alat proteksi yang baik dan handal sehingga penyediaan tenaga listrik ke konsumen tidak terganggu. Proteksi yang digunakan pada transformator di Gardu Induk Rembang yaitu rele arus lebih (*over current rele*), rele ini digunakan sebagai proteksi cadangan lokal pada proteksi penghantar dan juga untuk mengamankan penghantar dari gangguan fasa-fasa yang prinsip kerjanya berdasarkan adanya kenaikan arus lebih yang melebihi nilai pengamanan tertentu. Metode yang digunakan untuk menentukan pengaturan rele arus lebih pada Gardu Induk Rembang yaitu dengan mencari data parameter trafo dan dengan kesepakatan bersama pengelolaan sistem proteksi trafo yang telah dilakukan oleh PT PLN (Persero). Perhitungan nilai *setting* rele diterapkan pada rangkaian dan dianalisa, apakah dapat bekerja dengan baik dan tepat. Hasil perhitungan *setting* rele didapatkan pengaturan waktu kerja rele untuk tiga daerah cakupan, daerah tersebut yaitu pada OCR penyulang $t = 0,6$ ms, OCR sisi 20Kv $t = 1$ s, dan OCR sisi 150Kv $t = 1,5$ s.

Kata Kunci: *over current relay*, koordinasi, gardu induk

Abstract

The electricity system are various types of interference both temporary and permanent disturbance which can lead to the dissolution of power supply to the load. To overcome the interference is used a good protection tool and reliable so that the supply of electricity to consumers is not disturbed. The protection used in the transformer in the Rembang substation is over current relay, this relay is used as a local reserve protection on the conductor protection and also to secure the conductor of the phase to phase disturbances which is working principle based on the increase of the overcurrent that exceeds the value Certain safeguards. The method used to determine the relay settings more on the Rembang substation is to find the data transformer parameters and with mutual agreement management of transformer protection system that has been done by PT PLN (Persero). The calculation of the settings, setting value is applied to the circuit and analyzed, whether it works properly and appropriately. Relay setting calculation results obtained arrangements for three coverage areas of different regions according to the magnitude of the disturbance occurring, the work time setting on the repeater OCR $t = 0,6$, 20Kv OCR $t = 1$ s, and 150KV side OCR $t = 1,5$ s.

Keywords: overcurrent relay, coordination, substation

1. PENDAHULUAN

Ada banyaknya jenis gangguan pada sistem tenaga listrikan yang dapat mengakibatkan terputusnya pasokan daya listrik menuju beban. Gangguan tersebut dapat berupa gangguan sementara ataupun permanen. Gangguan hubung singkat apabila tidak ditangani dengan baik dapat merusak peralatan listrik dan beban yang terpasang (Riki, 2017). Cara untuk mengatasi permasalahan gangguan tersebut adalah dengan menggunakan alat proteksi yang mempunyai peranan sangat penting, sehingga penyediaan energi listrik kepada konsumen tidak terganggu. Rele juga memiliki kemampuan untuk memulai tindakan tertentu dalam menanggapi keputusan (Anderson, 1999). Rele dapat dikonfigurasi secara bebas dan dapat diaktifkan oleh kontrol atau perlindungan (Areva, 2011).

Dipasanganya rele arus lebih atau *over current relay* pada transformator Gardu Induk Rembang merupakan upaya dari PT. PLN (Persero) untuk mengantisipasi adanya gangguan yang terjadi. *Over current relay* adalah relai arus lebih yang digunakan sebagai proteksi cadangan lokal pada proteksi penghantar. *Over current relay* digunakan untuk mengamankan penghantar dari gangguan fasa-fasa. *Over current relay* bekerja berdasarkan adanya kenaikan arus lebih yang melebihi nilai pengamanan tertentu.

Hampir semua jenis gangguan yang ada pada sistem tenaga listrik adalah gangguan tidak simetris yang terjadi dari hubung singkat tidak simetris, dan gangguan tidak simetris melalui penghantar yang terbuka. Gangguan tidak simetris adalah gangguan dua fasa ke tanah.

Permasalahan koordinasi adalah menentukan urutan operasi rele untuk lokasi gangguan yang terjadi, yang memungkinkan adanya koordinasi tanpa waktu delay yang terlalu lama. Koordinasi intinya adalah menentukan dan memilih pengaturan waktu untuk daerah proteksi pada gangguan bila terjadi pembebanan berlebih. Koordinasi pada sistem proteksi dapat mengisolasi daerah yang terdapat gangguan sehingga dapat menurunkan jumlah pemadaman pada konsumen.

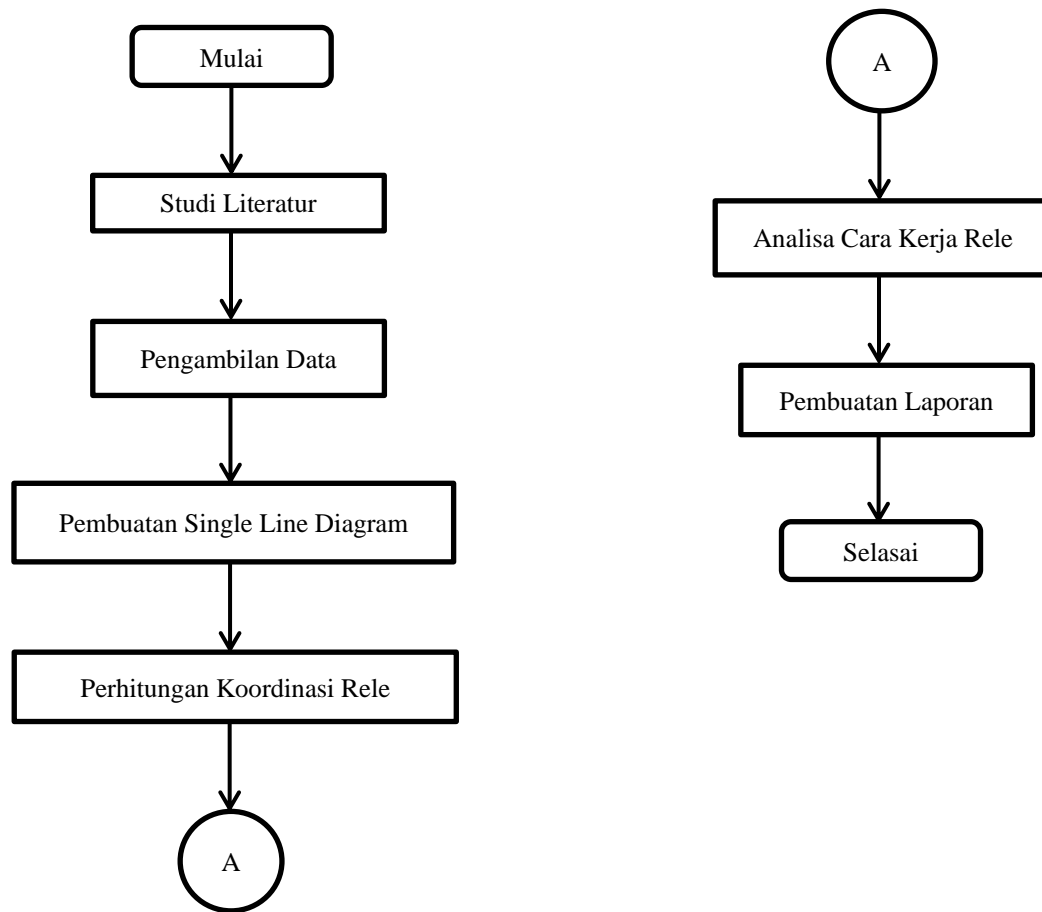
2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan oleh penulis dengan metode sebagai berikut:

1. Studi Literatur

2.3 Flowchart Penelitian

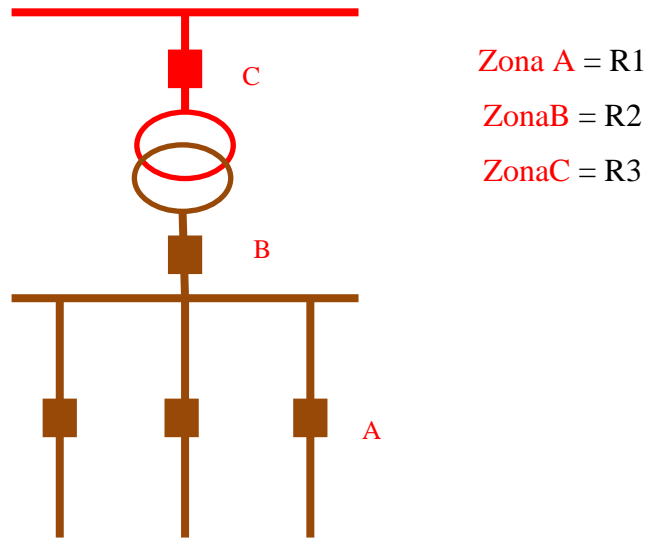


Gambar 2. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Cara kerja rele

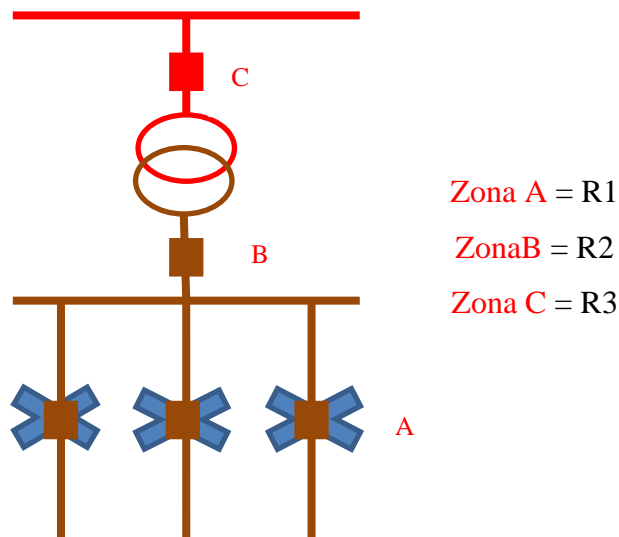
Pengamanan trafo di Gardu Induk Rembang ada tiga zona, zona A yaitu zona penyulang, zona B yaitu zona sisi 20kV, dan zona C yaitu zona sisi 150kV. Sistem pengamanan pada trafo dapat dilihat pada gambar 3 :



Gambar 3. Pemasangan rele arus lebih

Dapat dilihat pada gambar 3 R1 sebagai rele arus lebih utama, R2 sebagai rele arus lebih cadangan pertama, dan R3 sebagai rele arus lebih cadangan kedua sebagai pelindung trafo. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan rele arus lebih seperti kecepatan, sensitivitas, reliabilitas dan selektifitas (Badekar, 2009). Fungsi dari adanya tiga rele yang dipasang pada sistem pengamanan trafo adalah jika ada rele yang tidak membaca gangguan maka rele cadangan akan bekerja sebagai pengamanan trafo. Hal tersebut dikarenakan letak gangguan yang tidak pasti lokasinya dan juga apabila ada kerusakan pada rele yang menyebabkan rele tersebut tidak dapat bekerja.

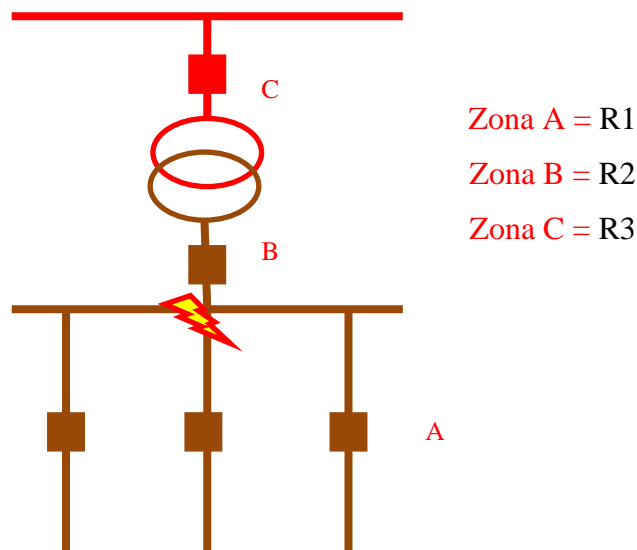
Perumpamaan cara kerja rele yang pertama apabila ada rele yang tidak bekerja. Perumpamaan dapat dilihat pada gambar 4 :



Gambar 4. Cara kerja rele(1)

Dapat dilihat pada gambar 4 apabila R1 tidak bekerja atau rusak maka R2 dan R3 akan bekerja menggantikan R1.

Perumpamaan cara kerja rele yang kedua dilihat dari lokasi gangguan yang ada. Perumpamaan dapat dilihat pada gambar 5 :



Gambar 5. Cara kerja rele (2)

Dapat dilihat pada gambar 5 lokasi gangguan yang ada, lokasi gangguan berada diantara R1 dan R2, maka R1 tidak dapat membaca gangguan yang ada dan R1 tetap membaca situasi normal, namun pada R2 dan R3 akan membaca adanya gangguan.

3.2 Data rele

Rele yang digunakan pada sistem pengamanan di PT PLN (Persero) GI Rembang adalah:

Tabel 1. Data rele

No	Item	Keterangan
1	Jenis	MICOM
2	Tipe	P122
3	Kurva	<i>Standart Inverse (SI)</i>
4	Waktu operasi rele zona penyulang (T)	0.6 (s)
5	Waktu operasi rele sisi 20kV (T)	1 (s)
6	Waktu operasi rele sisi 150kV (T)	1.5 (s)
7	<i>K Factor</i>	0.14
8	<i>α Factor</i>	0.02
9	<i>L Factor</i>	0
10	<i>High setting</i> penyulang	1501.11
11	<i>High setting</i> sisi 20kV	2309.4

Pemaparan perhitungan rele arus lebih adalah sebagai berikut :

$$T = T \times \left(\frac{K}{\left(\frac{I}{I_s} \right)^{\alpha} - 1} + L \right) \quad (1)$$

Dengan :

- t = *Tripping time*
- K = Faktor K
- I = Arus gangguan
- I_s = Arus seting
- α = Faktor α
- L = Faktor L
- T = *Time multiplier*

Analisa perhitungan gangguan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus diatas, terjadinya gangguan atau tidak dapat dilihat dari hasil perhitungan, apabila nilai perhitungan melebihi *high setting* maka ada gangguan yang terjadi pada saluran tersebut. Dapat dilihat pada analisa perhitungan adanya gangguan sebesar 2000 A pada relearus lebih penyulang sebagai berikut :

$$I_{high\ setting} = 1501.11$$

$$K\ Factor = 0.14$$

$$\alpha Factor = 0.02$$

$$T = 600\ ms$$

$$I_s = 480$$

Dari data yang telah diperoleh dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$t = T \times \left(\frac{K}{\left(\frac{I}{I_s} \right)^{\alpha} - 1} + L \right) \quad (2)$$

$$t = 600 \times \left(\frac{0,14}{\left(\frac{2000}{480} \right)^{0,02} - 1} + 0 \right)$$

$$t = 600 \times \left(\frac{0,14}{\left(\frac{2000}{480} \right)^{0,02} - 1} + 0 \right)$$

$$t = 600 \times \left(\frac{0,14}{1767,7 - 1} + 0 \right)$$

$$t = 600 \times 4,835329$$

$$t = 2901,1974\ ms$$

Hasil dari perhitungan menunjukkan adanya gangguan yang terjadi, hal tersebut dapat dilihat dari nilai yang sangat besar yaitu 2901,1974 yang melebihi nilai *high setting*. Pengaturan rele arus lebih pada sistem proteksi yang dilakukan PT PLN (Persero) harus dilakukan sesuai dengan kesepakatan bersama pengelolaan sistem proteksi trafo yang

telah dilakukan oleh PT PLN (Persero).Gambaran kesepakatan bersama ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2.Kesepakatan bersama pengaturan rele.

No	Rele	Jenis rele	Is	T <i>High setting</i>	I <i>High setting</i>	Time <i>setting</i>
1	Ocr penyulang	Ocr <i>non - Directional</i>	1,2 x In CCC	0,3 s	2,6 x In trafo	0,6 s
2	Ocr sisi 20kV	Ocr <i>non - Directional</i>	1,2 x In Trafo	0,7 s	4 x In trafo	1 s
3	Ocr sisi 150kV	Ocr <i>non - Directional</i>	1,2 x In trafo	<i>instant</i>	-	1,5 s

3.3 Analisa cara kerjarele

Analisa cara kerja rele pada saat adanya gangguan akan dilakukan dengan simulasi, analisa yang dilakukan menggunakan *software* Microsoft excel, merujuk pada rumus perhitungan rele arus lebih dan kesepakatan bersama pengaturan rele. Analisa tersebut bertujuan untuk mencari tahu bagaimanacara kerja dan koordinasi rele pada saat adanya gangguan.Rele arus lebih utama dan cadangan wajib diatur dengan baik agar tidak terjadi kerugian akibat kesalahan dalam sistem (Patel, 2015).Pendiskriminasian nilai minimum antara rele utama dan cadangan.Selanjutnya menghitung nilai arus hubung singkat pada tempat tersebut dan menghitung parameter-parameter yang diperlukan dalam koordinasi rele (Birjandi, 2011).Hasil perhitungan pada Microsoft excel dapat dilihat pada tabel 3.

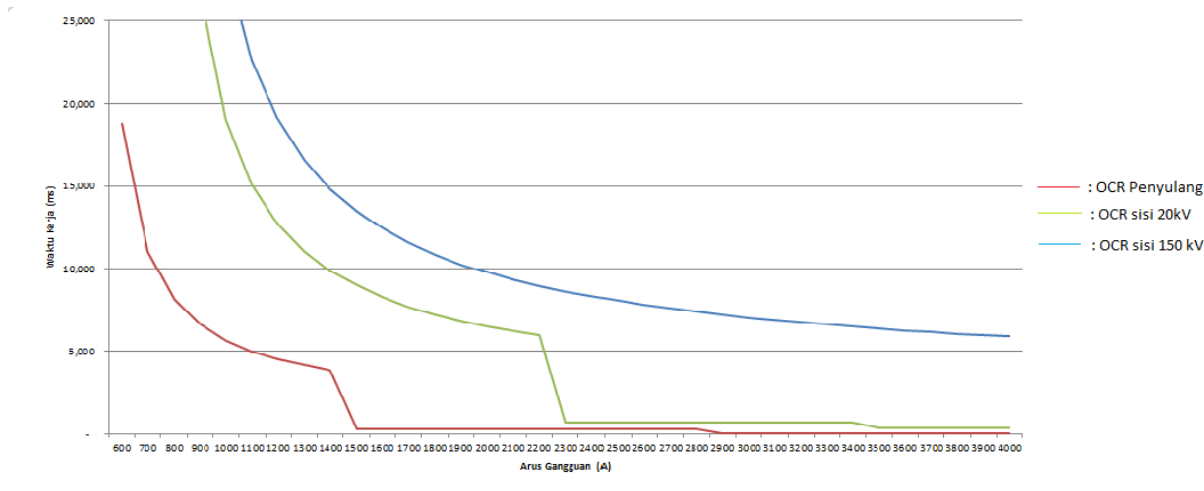
Tabel 3. Hasil analisa pada Microsoft excel

Arus gangguan (A)	OCR penyulang (ms)	OCR sisi 20kV (ms)	OCR sisi 150kV (ms)
600	18,780	48,735	73,103
700	11,090	678,875	1,018,313

800	8,180	48,595	72,892
900	6,640	26,686	40,029
1000	5,680	19,004	28,507
1100	5,023	15,072	22,608
1200	4,542	12,673	19,010
1300	4,174	11,053	16,579
1400	3,882	9,881	14,822
1500	3,644	8,992	13,488
1600	3,447	8,294	12,440
1700	3,279	7,729	11,593
1800	3,136	7,262	10,893
1900	3,011	6,869	10,303
2000	2,901	6,533	9,800
2100	2,804	6,243	9,364
2200	2,717	5,989	8,983
2300	2,639	8,646	8,646
2400	2,568	8,346	8,346
2500	2,503	8,078	8,078
2600	2,444	7,835	7,835
2700	2,390	7,615	7,615
2800	2,340	7,414	7,414
2900	2,293	7,229	7,229
3000	2,250	7,060	7,060
3100	2,210	6,903	6,903
3200	2,172	6,758	6,758
3300	2,137	6,662	6,662
3400	2,104	6,496	6,496
3500	2,072	6,378	6,378
3600	2,043	6,267	6,267
3700	2,015	6,163	6,163

3800	1,988	6,065	6,065
3900	1,963	5,972	5,972
4000	1,939	5,884	5,884

Kurva hasil analisa yang telah dianalisa menggunakan Microsoft excel dapat dilihat pada gambar 6.



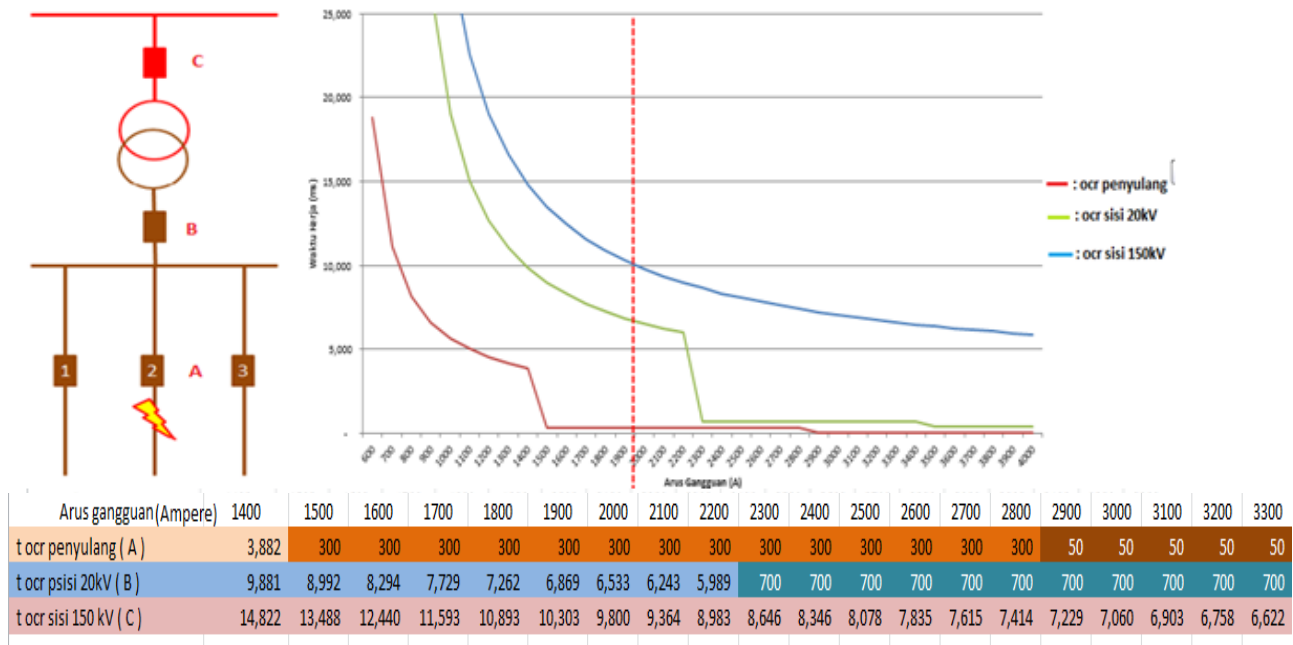
Gambar 6. Kurva hasil analisa

Karakteristik yang ditunjukan hasil analisa adalah *standart inverse*. Karakteristik *standart inverse* mempunyai waktu operasinya paling besar, diikuti *very inverse* dan *extremely inverse* (Uma, 2014).

Tahap berikutnya setelah mendapatkan kurva rele arus lebih, maka dapat dilakukan perumpamaan adanya gangguan.

1. Perumpamaan adanya gangguan 1

Gangguan pada zona penyulang dengan arus gangguan 2 kA. Skenario dan hasil dapat dilihat pada gambar 7.



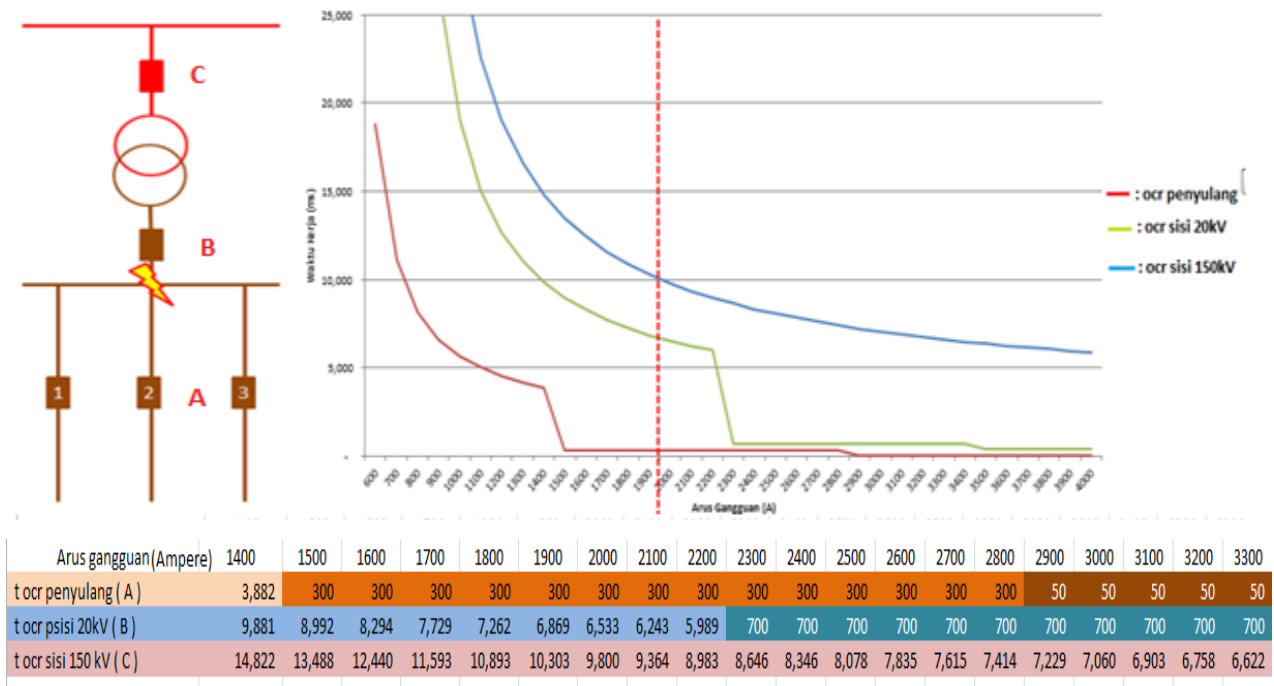
Gambar 7.Perumpamaan adanya gangguan 1

Dari gambar 7, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Rele yang bekerja = Rele OCR Penyulang 2 dengan $t = 300$ ms.
- Jika Rele OCR Penyulang 2 gagal, maka Rele OCR sisi 20kV akan bekerja dengan $t = 6,533$ ms.
- Jika Rele OCR sisi 20kV gagal, maka Rele OCR 150 akan bekerja dengan $t = 9,800$ ms.

2. Perumpamaan adanya gangguan 2

Gangguan pada zona sisi 20 kV dengan arus gangguan 2 kA. Perumpamaan adanya gangguan 2 dan hasil dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8.Perumpamaan adanya gangguan 2

- Rele OCR Penyulang tidak bekerja karena titik gangguan diluar zona kerja rele.
- Jika Rele OCR Penyulang gagal, maka Rele OCR sisi 20kV akan bekerja dengan $t = 6,533\text{ms}$.
- Jika Rele OCR sisi 20kV gagal, maka Rele OCR 150kV akan bekerja dengan $t = 9,800\text{ms}$.

4. PENUTUP

Menurut hasil analisa penelitian yang telah dilakukan pada sistem proteksi Gardu Induk Rembang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Koordinasi sistem kerja proteksi *over current relay* agar tidak bekerja pada waktu yang sama dapat ditentukan pada *Time multiplier setting*nya.
2. *Setting* waktu kerja rele arus lebih zona penyulang adalah $0,6\text{ (s)}$.
3. *Tripping* yang didapatkan dari analisa yang dilakukan pada rele penyulang pada arus gangguan sebesar 2000 ampere sebagai berikut $t = 2901,1974\text{ (s)}$.
4. Besarnya nilai *Time multiplier setting* sangat terpengaruh oleh nilai arus actual dan waktu operasi. Semakin besar nilai waktu operasi dan arus aktual berbanding lurus dengan besarnya *Time multiplier setting*.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak – pihak yang senantiasa mengeluarkan waktunya untuk memberikan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir sebagai berikut:

1. ALLAH SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan banyak kenikmatan dan kemuliaannya.
2. Almarhum ibu tercinta yang semasa masih di dunia selalu memberikan nasehat dan kekuatan untuk menjadi pribadi yang baik.
3. Bapak dan ibu tercinta yang telah mendo'akan, memberikan nasehat dan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir.
4. Kakak dan adik-adiku tersayang Irvan, Andin, Asraf, Israf, Dama, Rama yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
5. Bapak Umar S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Agus Supardi, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing.
6. Bapak dan ibu Dosen Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Risna Aulia yang selalu memotivasi, memberi semangat dan selalu memberi pencerahan setiap harinya.
8. Mas Arif Darmawan dan pihak PT PLN (Persero) khususnya di GI Rembang yang telah banyak membantu selama pembuatan skripsi.
9. Natsir Royan, Rachmad Tri Jaya, Datu Setyanto, Yanra Rahmaisa, Cesar Rahmatullah.
10. Ferdy Septieka, Ario Muhammad Iqbal, Ardi, Ambar, Asep Sahroni, Choiru Romadon.
11. Gama Primaditya, Helmi Sudiro, Andi Fajri Romadhon, Fariz Irza, Ario Wicaksono Damanik, Biyan Aqsha.
12. Angga Kartikawan, Risky Dzulkiflisebagai senior selama di Institut Teknologi Telkom yang telah memberikan banyak masukan.
13. Shahnaz nadia, Yogie Ramadhan, Bobby Sidaauruk, Daniel Busisa, Eggy Tommy Cornelius Simanjuntak, Faisal Hilal, Faisal Nugraha, Salim Abdullah Kleib.

14. Riri Lazoria, Muhammad Fajri Malongi serta sahabat saya lainnya selama di Intitut Teknologi Telkom yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu membantu.
15. Rocky Bagus S.H, Muhammad Sanusi S.T, Fauzani Ulul, Putri Wulandari, Pradita Kirana.
16. Alfian Dearsila, Angga Zulianto, Rika Ariyanto, Rio Wicandaru, Ghofur Bharum Kosasih.
17. Ikhsan Pratama, Andi Trianto, Risky Pertamadi, Novian Teguh, Abdul Khamid, Dimas Prasetyo.
18. Riki Ariyanta serta teman-teman saya di Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah membantu saya selama pengerjaan skripsi.
19. Pandu Arya, Hanri Laksono, Prabandaru Riskiarta, Sabrian Miarso, Chandra Adibahar yang senantiasa membantu dalam pembuatan skripsi.
20. Serta pihak lain yang tidak dapat penulis sebut satu per satu yang telah memberikan dukungan, bantuan serta do'a.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson, P.M, (1999). *Power System Protection* IEEE, PRESS.

Areva.(2011). *Overcurrent Relay Technical Guide*. Jakarta.

Ariyanta, Riki. (2017) *Perancangan Koordinasi Proteksi Di Pt Pertamina Ep-Central Processing Plant Area Gundih*. Universitas Muhammadiyah Surakarta

Badekar, P P., et al. (2009). *Optimum Time Coordination of Overcurrent Reles in Distribution System Using Big-M (Penalty) Method*. Visvesvaraya National Institute of Technology Nagpur (Maharashtra).

Birjandi, A A M, Pourfakkah M. (2011). *Optimal Coordination of Overcurrent and Distance Reles by a New Particle Swarm Optimization Method*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Vol 1.

Patel, H A. (2015). *Rele Coordination Using ETAP*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol 6.

Uma, U U, Onwuka, I K. (2014). *Overcurrent Rele Setting Model for Effective Substation Rele Coordination*. IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN). Vol 04.